

# EVALUASI PROFIL TEGANGAN DAN SUSUT DAYA PADA SALURAN UDARA TEGANGAN RENDAH (SUTR) DI KOMPLEK PERKANTORAN KABUPATEN SAMBAS

M. Taufieq Haerwana

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
[haerwana@yahoo.com](mailto:haerwana@yahoo.com)

**Abstrak** - Komplek perkantoran Pemerintah Daerah Kabupaten Sambas perlu mendapatkan perhatian khusus dalam pelayanan beban karena terdapat beban yang besar di daerah tersebut. Besarnya jatuh tegangan pada jaringan listrik pada SUTR (saluran udara tegangan rendah) merupakan salah satu sumber utama penyebab besarnya rugi-rugi daya aktif. Untuk mengetahui kondisi yang telah dipaparkan di atas perlu dilakukan analisis atau evaluasi terhadap jaringan tegangan rendah di lingkungan komplek perkantoran Pemerintah Daerah Kabupaten Sambas. Dari hasil perhitungan persentase jatuh tegangan pada masing-masing gardu dan mengaju pada ketentuan SPLN No.72 Tahun 1987 tentang Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR), dimana persentase jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah maksimum 4%. Terdapat beberapa bus yang memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4%. Dari hasil, total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu perkantoran Pemerintah Daerah Kabupaten Sambas sebesar 40.925,716 Watt.

**Kata kunci :** SPLN, JTM, JTR, persentase jatuh tegangan, rugi-rugi daya aktif.

## 1. Pendahuluan

Kabupaten Sambas merupakan kabupaten yang terletak di utara pulau Kalimantan. Kabupaten Sambas terletak pada 1°23' Lintang Utara dan 108°39' Bujur Timur dengan luas 6.395,70 km<sup>2</sup>. Kabupaten ini berdiri pada tahun 2000 terdiri dari 19 kecamatan dan 184 desa ([www.sambas.go.id](http://www.sambas.go.id)). Hingga saat ini Kabupaten Sambas masih dalam tahap perkembangan dan pembangunan dari sisi infrastruktur yang sejalan dengan perkembangan jaringan kelistrikannya.

Sejalan dengan tata ruang Kabupaten Sambas yang sebagian besar kantor pusat pemerintahan dibangun di sana dan diikuti oleh perkembangan beban, maka daerah tersebut perlu mendapat perhatian khusus dalam pelayanan beban karena terdapat beban yang besar di daerah tersebut seperti Kantor Bupati dengan daya 147.000 VA ataupun Kantor DPRD dengan daya 82.500 VA. Jaringan listrik yang menyalurkan daya listrik harus dievaluasi agar dapat menentukan langkah-langkah yang diambil untuk merealisasi pelayanan beban listrik saat

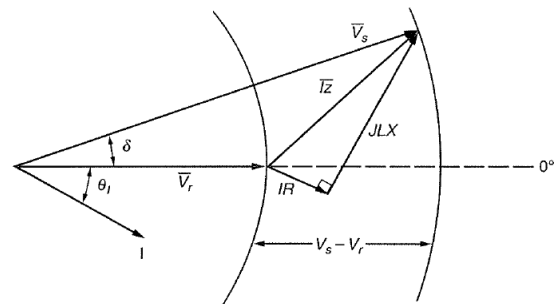
sekarang dan saat yang akan datang dan juga agar dapat mengontrol besarnya jatuh tegangan dan besarnya rugi-rugi daya aktif daya yang telah diijinkan PT PLN (Persero).

Besarnya jatuh tegangan pada jaringan listrik pada SUTR (saluran udara tegangan rendah) merupakan salah satu sumber utama penyebab besarnya rugi-rugi daya aktif. Berdasarkan ketentuan SPLN No.72 Tahun 1987 tentang Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR), persentase jatuh tegangan di jaringan tegangan rendah yang diijinkan sebesar 4%. Pembebanan, panjang jaringan, faktor daya, tegangan sistem, dan jenis penghantar yang digunakan merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya jatuh tegangan tersebut.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Perhitungan Persentase Jatuh Tegangan

Menurut (Gonen, 2008), Untuk menentukan persamaan jatuh tegangan maka digunakan diagram fasor berikut ini :



Gambar 1. Diagram Fasor Tegangan dan Arus  
Sumber : Gonen (2008 : 190)

Dari diagram fasor pada gambar diatas, tegangan kirim adalah :

$$\bar{V}_s = V_s \angle \delta \quad (1)$$

arus adalah :

$$\bar{I} = I \angle -\theta \quad (2)$$

dan sudut faktor daya :

$$\theta = \theta_v - \theta_i = -\theta \quad (3)$$

Regulasi tegangan dapat didefinisikan sebagai :

$$VR_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \dots\dots\dots(4)$$

dan persentase regulasi tegangan adalah :

$$\%VR_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

atau

$$\%VR_{pu} = VR_{pu} \times 100 \dots\dots\dots(6)$$

Sedangkan jatuh tegangan per-unit didefinisikan sebagai :

$$VD_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_B} \dots\dots\dots(7)$$

Sehingga, persentase jatuh tegangan adalah :

$$\%VD = \frac{V_s - V_r}{V_B} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

atau

$$\%VD = VD_{pu} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

Dimana  $V_B$  adalah tegangan dasar yang bebas memilih tegangan dasar sekunder, atau menggunakan tegangan dasar primer dengan memperhitungkan rasio transformator yang digunakan.

Dari diagram fasor pada, tegangan kirim adalah :

$$\bar{V}_s = \bar{V}_r + \bar{I}\bar{Z} \dots\dots\dots(10)$$

atau

$$V_s = V_r \angle 0^\circ + I(\cos \theta - j \sin \theta)(R + jX) \dots\dots(11)$$

Dalam sistem distribusi dimana  $R \cong X$ , sehingga persamaan menjadi :

$$V_s = V_r + IR \cos \theta + IX \sin \theta \dots\dots\dots(12)$$

Sehingga jatuh tegangan untuk faktor daya terbelakang adalah :

$$VD_{1\phi} = IR \cos \theta + IX \sin \theta \dots\dots\dots(13)$$

Untuk sistem tiga fasa :

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3}I(R \cos \theta + X \sin \theta) \dots\dots\dots(14)$$

Jika :

Impedansi total saluran merupakan  $R = r \times l$  dan

$X = x \times l$

Besarnya arus :

$$I = \frac{S_s}{\sqrt{3}V_s} \dots\dots\dots(15)$$

Jatuh tegangan sistem tiga fasa adalah :

$$VD_{3\phi} = \frac{\sqrt{3}I(r \cos \theta + x \sin \theta)l}{V_s} \dots\dots\dots(16)$$

Besarnya jatuh tegangan dalam persentase, referensi pada tegangan ujung kirim ( $V_s$ ):

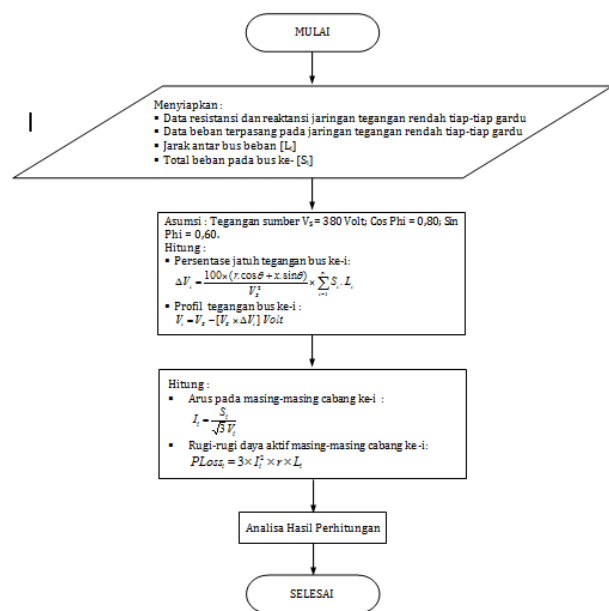
$$\Delta V = \frac{S(r \cos \theta + x \sin \theta)L}{V_s^2} \times 100\% \dots\dots\dots(17)$$

dimana :

- $V_s$  = Tegangan kirim dalam (Volt)
- $V_r$  = Tegangan terima dalam (Volt)
- $S_{3\phi}$  = Daya kompleks tiga fasa dalam (VA)
- $S_s$  = Daya kompleks sisi kirim dalam (VA)
- $S_r$  = Daya kompleks sisi terima dalam (VA)
- $r$  = Resistansi saluran dalam (Ohm/Km)
- $x$  = Reaktansi saluran dalam (Ohm/Km)
- $R$  = Resistansi saluran dalam (Ohm)
- $X$  = Reaktansi saluran dalam (Ohm)
- $\%VD$  = Persentase jatuh tegangan dalam (%)
- $VD_{1\phi}$  = Jatuh tegangan satu fasa dalam (Volt)
- $VD_{3\phi}$  = Jatuh tegangan tiga fasa dalam (Volt)
- $VD_{pu}$  = Jatuh tegangan dalam (pu)
- $V_B$  = Tegangan dasar dalam (Volt)
- $I$  = Arus dalam (Ampere)

## 2.2. Diagram Alir Perhitungan Persentase Jatuh Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Aktif

Adapun diagram alir penelitian perhitungan persentase jatuh tegangan dan rugi-rugi daya aktif ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini :



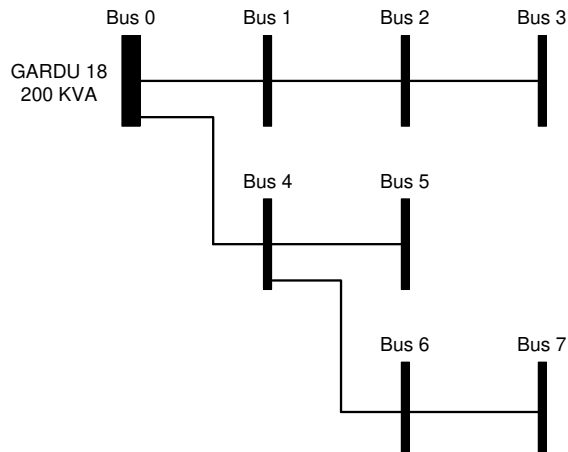
Gambar 2. Diagram Alir Perhitungan Persentase Jatuh Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Aktif

## 3. Perhitungan dan Analisis

### 3.1. Data Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

Gardu 18 merupakan gardu distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Sambas yang terletak pada ruas jalan Pembangunan dan memiliki kapasitas 200 KVA. Gardu 18 diperuntukan untuk melayani beban perkantoran

Pemerintah Kabupaten Sambas. Pada saat ini terdapat 7 (tujuh) bangunan perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas yang tersambung pada Gardu 18. Dalam hal ini kantor-kantor Pemerintah Kabupaten Sambas merupakan bus-bus beban yang terhubung melalui jaringan tegangan rendah (JTR) dengan menggunakan jenis penghantar kabel NFA2X-T 3x70 mm<sup>2</sup> + 1x50 mm<sup>2</sup> yang dapat dipresentasikan dalam bentuk diagram satu garis dibawah ini :



Gambar 3. Diagram Satu Garis Jaringan Tegangan Rendah Pada Gardu 18

Bus-bus beban pada Gardu 18 terhubung melalui jaringan tegangan rendah (JTR) berdasarkan gambar 3. Jaringan tegangan rendah (JTR) pada Gardu 18 menggunakan jenis penghantar kabel NFA2X-T 3x70 mm<sup>2</sup> + 1x50 mm<sup>2</sup>. Besarnya nilai resistansi diperoleh dari *datasheet* kabel yaitu sebesar 0,4430 Ohm/Km dan nilai reaktansi diperoleh dari perhitungan yaitu sebesar 0,0989 Ohm/Km. Data saluran berupa jarak, resistansi dan reaktansi antar bus dapat disusun pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Data Saluran Jaringan Tegangan Rendah Pada Gardu 18

No. Cabang	Bus		Jarak (Km)	Penghantar
	Dari	Ke		
1	0	1	0,04	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>
2	1	2	0,04	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>
3	2	3	0,12	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>
4	0	4	0,08	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>
5	4	5	0,04	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>
6	4	6	0,04	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>
7	6	7	0,12	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>

### 3.2. Data Beban Pada Gardu 18

Data beban yang disambung pada Gardu 18 merupakan beban bangunan-bangunan perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas yang terhubung sesuai gambar 4.1. Diasumsikan besarnya beban pada masing-

masing perkantoran merupakan daya yang terpasang pada kantor tersebut, atau dalam kondisi beban penuh, data beban pada Gardu 18 dapat disusun pada tabel 2, dibawah ini :

Tabel 2. Data Beban Pada Gardu 18

No	Bus	Nama Bus	Beban [VA]	Total Beban Bus (S <sub>i</sub> ) [VA]
1	0	Gardu 18		
2	1	Badan Pendapatan Daerah	41.500	97.500
3	2	Dinas Pendidikan 1	23.000	56.000
4	3	Dinas Pendidikan 2	33.000	33.000
5	4	UPT Perbakatan	33.000	77.200
6	5	Badan Pengawasan Daerah	23.000	23.000
7	6	Kantor Satpol PP	10.600	21.200
8	7	Kantor Sandi Pemda	10.600	10.600

### 3.3. Persentase Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

Dengan menggunakan data saluran jaringan tegangan rendah pada Gardu 18 (tabel 1) dan data beban pada Gardu 18 (tabel 2). Dengan asumsi menggunakan faktor daya ( $\cos \theta$ ) yang diijinkan sebesar 0,80, perhitungan persentase jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 dapat diuraikan sebagai berikut :

#### 1. Persentase jatuh tegangan saluran dari bus 0 ke bus 1 :

Diketahui :

Resistansi ( $r$ ) = 0,4430 Ohm/Km

Reaktansi ( $x$ ) = 0,0989 Ohm/Km

Tegangan sumber ( $V_s$ ) = 380 Volt

$\cos \theta$  = 0,80

$\sin \theta$  = 0,60

$$\Delta V_1 = \frac{100 \times (r \cdot \cos \theta + x \cdot \sin \theta)}{V_s^2} \times \sum_{i=1}^n S_i \cdot L_i$$

$$\Delta V_1 = \frac{100 \times (r \cdot \cos \theta + x \cdot \sin \theta)}{V_s^2} \times (S_1 \cdot L_1)$$

$$\Delta V_1 = \frac{100 \times (0,4430 \times 0,80 + 0,0989 \times 0,60)}{380^2} \times (3.900)$$

$$\Delta V_1 = 1,117 \%$$

#### 2. Persentase jatuh tegangan saluran dari bus 1 ke bus 2 :

Diketahui :

Resistansi ( $r$ ) = 0,4430 Ohm/Km

Reaktansi ( $x$ ) = 0,0989 Ohm/Km

Tegangan sumber ( $V_s$ ) = 380 Volt

$\cos \theta$  = 0,80

$\sin \theta$  = 0,60

$$\Delta V_2 = \frac{100 \times (r \cdot \cos \theta + x \cdot \sin \theta)}{V_s^2} \times \sum_{i=1}^n S_i \cdot L_i$$

$$\Delta V_2 = \frac{100 \times (r \cdot \cos \theta + x \cdot \sin \theta)}{V_s^2} \times (S_1 \cdot L_1 + S_2 \cdot L_2)$$

$$\Delta V_2 = \frac{100 \times (0,4430 \times 0,80 + 0,0989 \times 0,60)}{380^2} \times (3.900 + 2.240)$$

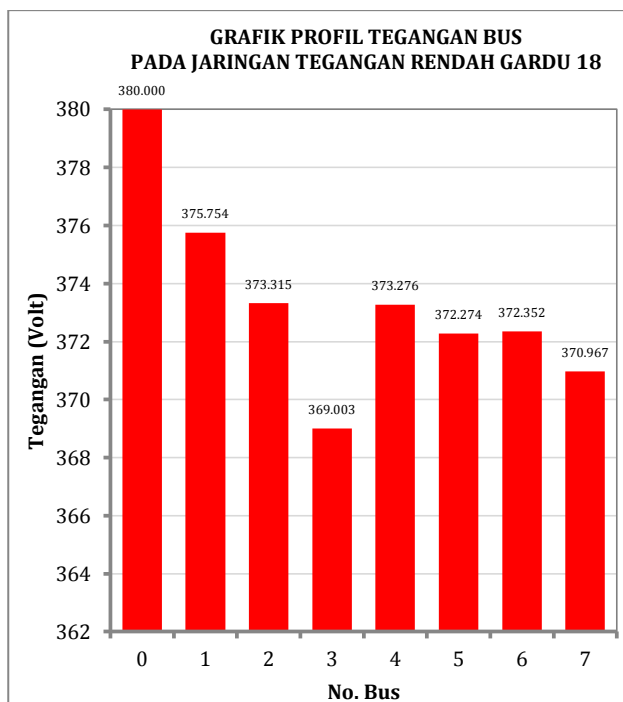
$$\Delta V_2 = 1,759\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, rekapitulasi hasil perhitungan persentase jatuh tegangan, dan profil tegangan bus pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 secara lengkap dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Tegangan Bus dan Persentase Jatuh Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

Bus	Nama Bus	Persentase Jatuh Tegangan Bus (%)	Tegangan Bus (Volt)
0	Gardu 18	0,0000	380,000
1	Badan Pendapatan Daerah	1,117	375,754
2	Dinas Pendidikan 1	1,759	373,315
3	Dinas Pendidikan 2	2,894	369,003
4	UPT Perbakatan	1,770	373,276
5	Badan Pengawasan Daerah	2,033	372,274
6	Kantor Satpol PP	2,013	372,352
7	Kantor Sandi Pemda	2,377	370,967

Dengan hasil perhitungan yang terdapat pada tabel 3, profil tegangan bus pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Grafik Profil Tegangan Bus Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 4 diatas, persentase jatuh tegangan terbesar terjadi pada bus 3 (kantor Dinas Pendidikan 2) sebesar 2,894%, sehingga tegangan bus 3 menjadi 369,003 Volt. Sedangkan tegangan bus 4 (kantor UPT Perbakatan) sebesar 373,276 Volt dikarenakan bus 4 langsung dicatu dari Gardu 18 yaitu bus 0 yang tegangannya sebesar 380 Volt.

### 3.4. Arus Cabang dan Rugi-Rugi Daya Aktif Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

Dengan menggunakan data saluran jaringan tegangan rendah pada Gardu 18 (tabel 1) dan data beban pada Gardu 18 (tabel 2). Perhitungan arus cabang dan rugi-rugi daya aktif pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 dapat diuraikan sebagai berikut :

#### 1. Arus cabang dan rugi-rugi daya aktif dari bus 0 ke bus 1 :

Diketahui :

$$\text{Resistansi } (r) = 0,4430 \text{ Ohm/Km}$$

$$\text{Reaktansi } (x) = 0,0989 \text{ Ohm/Km}$$

$$\text{Tegangan pada bus 1 } (V_1) = 375,754 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak antar bus } (L_1) = 0,04 \text{ Km}$$

$$\text{Beban total pada bus 1 } (S_1) = 97.500 \text{ VA}$$

Arus cabang dari bus 0 ke bus 1 :

$$I_1 = \frac{S_1}{\sqrt{3} V_1} \text{ Ampere}$$

$$I_1 = \frac{97.500}{\sqrt{3} \times 375,754} = 149,810 \text{ Ampere}$$

Jadi rugi-rugi daya aktif saluran antara bus 0 dan 1 :

$$P_{Loss_1} = 3 \times I_1^2 \times R_1 \text{ Watt}$$

$$P_{Loss_1} = 3 \times I_1^2 \times r \times L_1 \text{ Watt}$$

$$P_{Loss_1} = 3 \times 149,810^2 \times 0,4430 \times 0,04 \text{ Watt}$$

$$P_{Loss_1} = 1.193,071 \text{ Watt}$$

#### 2. Arus cabang dan rugi-rugi daya aktif dari bus 1 ke bus 2 :

Diketahui :

$$\text{Resistansi } (r) = 0,4430 \text{ Ohm/Km}$$

$$\text{Reaktansi } (x) = 0,0989 \text{ Ohm/Km}$$

$$\text{Tegangan pada bus 2 } (V_2) = 373,315 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak antar bus } (L_2) = 0,04 \text{ Km}$$

$$\text{Beban total pada bus 2 } (S_2) = 56.000 \text{ VA}$$

Arus cabang dari bus 1 ke bus 2 :

$$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3} V_2} \text{ Ampere}$$

$$I_2 = \frac{56.000}{\sqrt{3} \times 373,315} = 86,607 \text{ Ampere}$$

Jadi rugi-rugi daya aktif saluran antara bus 1 dan 2 :

$$P_{Loss_2} = 3 \times I_2^2 \times R_2 \text{ Watt}$$

$$P_{Loss_2} = 3 \times I_2^2 \times r \times L_2 \text{ Watt}$$

$$P_{Loss_2} = 3 \times 86,607^2 \times 0,4430 \times 0,04 \text{ Watt}$$

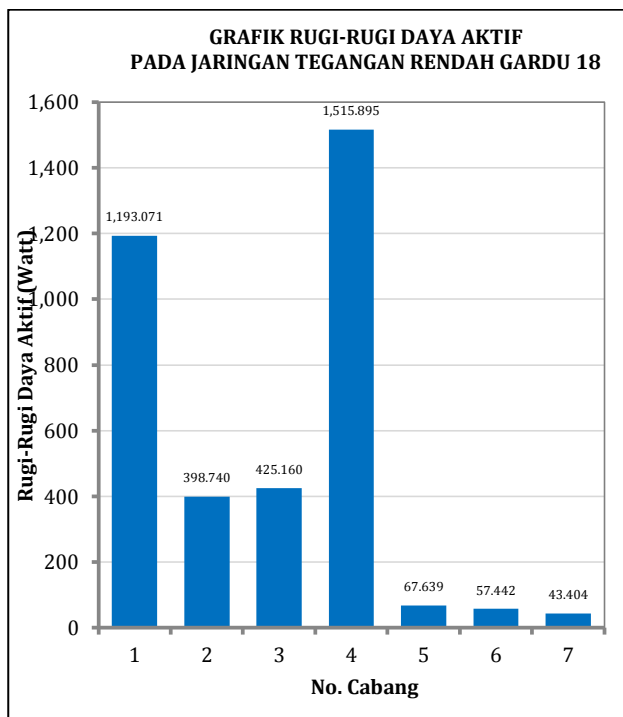
$$P_{Loss_2} = 398,740 \text{ Watt}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, rekapitulasi hasil perhitungan arus cabang dan rugi-rugi daya aktif pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Arus Cabang dan Rugi-Rugi Daya Aktif pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

No. Cabang	Bus		Arus Cabang (Ampere)	Rugi-Rugi Daya Aktif (Watt)
	Dari	Ke		
1	0	1	149,810	1.193,071
2	1	2	86,607	398,740
3	2	3	51,632	425,160
4	0	4	119,406	1.515,895
5	4	5	35,670	67,639
6	4	6	32,872	57,442
7	6	7	16,497	43,404
<b>Total Rugi-Rugi Daya Aktif</b>				<b>3.701,349</b>

Dengan hasil perhitungan yang terdapat pada tabel 4, rugi-rugi daya aktif pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 5 dibawah ini :



Gambar 5. Grafik Rugi-Rugi Daya Aktif Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu 18

Berdasarkan tabel 4 dan gambar 5 diatas, rugi-rugi daya aktif terbesar terjadi pada cabang 4 (antara bus 0 ke

bus 4) yaitu saluran dari Gardu 18 ke kantor UPT Perbakatan sebesar 1.515,895 Watt, hal ini disebabkan oleh besarnya arus cabang dan resistansi saluran antara bus 0 ke bus 4. Arus cabang antara bus 0 ke bus 4 sebesar 119,406 Ampere dan resistansi saluran antara bus 0 ke bus 4 sebesar 0,035440 Ohm. Total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada jaringan tegangan rendah Gardu 18 sebesar 3.701,349 Watt.

### 3.5. Analisis Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya aktif pada jaringan tegangan rendah (JTR) pada gardu-gardu perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas diatas, persentase jatuh tegangan terbesar pada masing-masing jaringan tegangan rendah disusun pada tabel dibawah ini :

Tabel 5. Persentase Jatuh Tegangan Maksimum Pada Gardu Perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas

No	Gardu Distribusi (GD)	Bus	Persentase Jatuh Tegangan Maksimum (%)	Tegangan Bus Minimum (Volt)
1	GD 18	3	2,894	369,003
2	GD 146	5	4,376	363,372
3	GD 87	8	8,196	348,856
4	GD 129	5	7,581	351,191
<b>5</b>	<b>GD 104</b>	<b>6</b>	<b>12,225</b>	<b>333,544</b>
6	GD 32	1	0,946	376,407
7	GD 116	1	0,527	377,997
8	GD 101	1	0,842	376,799

Dari hasil tabel 5 diatas, persentase jatuh tegangan maksimum terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 104 yaitu di bus 6 dengan beban kantor BLK Sambas sebesar 12,225% sehingga tegangan bus tersebut sebesar 333,544 Volt. Besarnya persentase jatuh tegangan di bus 6 salah satunya disebabkan oleh kecilnya luas penampang penghantar pada jaringan tegangan rendah Gardu 104 yaitu NFA2X-T 3x50 mm<sup>2</sup> + 1x35 mm<sup>2</sup>.

Selain itu pada jaringan tegangan rendah gardu perkantoran Kabupaten Sambas masih terdapat persentase jatuh tegangan bus yang diatas 4% (>4%) yang tidak sesuai dengan ketentuan SPLN No.72 Tahun 1987 tentang Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Persentase jatuh tegangan diatas 4% di jaringan tegangan rendah pada masing-masing gardu disusun pada tabel 6 dibawah ini :

Tabel 6. Persentase Jatuh Tegangan Diatas 4% Pada Gardu Perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas

No	Gardu Distribusi (GD)	Bus	Persentase Jatuh Tegangan Maksimum (%)	Tegangan Bus Minimum (Volt)
1	GD 146	5	4,376	363,372
2	GD 87	4	5,783	358,024
		5	6,689	354,583
		6	7,405	351,861
		7	7,932	349,858
		8	8,196	348,856
3	GD 129	2	4,758	361,919
		3	6,170	356,555
		4	7,058	353,180
		5	7,581	351,191
4	GD 104	1	7,105	352,999
		2	8,358	348,238
		3	11,023	338,113
		4	11,702	335,533
		5	12,016	334,340
		6	12,225	333,544

Dari hasil tabel 6 diatas, pada Gardu 87 terdapat 1 bus yang memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4% yaitu bus 5, pada Gardu 87 terdapat 5 bus yang memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4% yaitu bus 4 sampai dengan bus 8, pada Gardu 129 terdapat 4 bus yang memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4% yaitu bus 2 sampai dengan bus 5, pada Gardu 104 terdapat 6 bus yang memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4% yaitu bus 1 sampai dengan bus 6 (seluruh bus pada Gardu 104 memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4%). Dari analisis diatas, dapat direkomendasikan untuk perbaikan profil tegangan bus pada gardu-gardu tersebut, terutama pada Gardu 87, 129, dan 104.

Rekapitulasi total rugi-rugi daya aktif jaringan tegangan rendah yang terjadi pada masing-masing gardu perkantoran Kabupaten Pemerintah Kabupaten Sambas dapat disusun pada tabel berikut ini :

Tabel 7. Rekapitulasi Rugi-Rugi Daya Aktif Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas

No	Gardu Distribusi (GD)	Penghantar	Panjang JTR (Km)	Rugi-Rugi Daya Aktif (Watt)
1	GD 18	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>	0,48	3.701,349
2	GD 146	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>	0,52	4.035,675
3	GD 87	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>	0,36	10.401,877
4	GD 129	NFA2X-T 3x50 mm <sup>2</sup> + 1x35 mm <sup>2</sup>	0,24	8.219,460
5	GD 104	NFA2X-T 3x50 mm <sup>2</sup> + 1x35 mm <sup>2</sup>	0,48	12.236,401

Tabel 7. Rekapitulasi Rugi-Rugi Daya Aktif Pada Jaringan Tegangan Rendah Gardu Perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas (lanjutan)

No	Gardu Distribusi (GD)	Penghantar	Panjang JTR (Km)	Rugi-Rugi Daya Aktif (Watt)
6	GD 32	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>	0,04	851,248
7	GD 116	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>	0,08	131,212
8	GD 101	NFA2X-T 3x70 mm <sup>2</sup> + 1x50 mm <sup>2</sup>	0,02	1.348,494
<b>Total Rugi-Rugi Daya Aktif (Watt)</b>				<b>40.925,716</b>

Dari hasil tabel 7 diatas, rugi-rugi daya aktif minimum terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 116 sebesar 131,212 Watt, sedangkan rugi-rugi daya aktif maksimum terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 104 sebesar 12.236,401 Watt. Total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas sebesar 40.925,716 Watt.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya aktif pada jaringan tegangan rendah (JTR) pada gardu-gardu perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas diatas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Persentase jatuh tegangan minimum pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 116 terjadi di bus 1 dengan beban kantor Diklat sebesar 0,527% sehingga tegangan bus tersebut sebesar 377,997 Volt.
2. Persentase jatuh tegangan maksimum pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 104 terjadi di bus 6 dengan beban kantor BLK Sambas sebesar 12,225% sehingga tegangan bus tersebut sebesar 333,544 Volt.
3. Dari hasil perhitungan persentase jatuh tegangan pada masing-masing gardu dan mengaju pada ketentuan SPLN No.72 Tahun 1987 tentang Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR), dimana persentase jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah maksimum 4%. Terdapat beberapa bus yang memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4%, dengan rincian sebagai berikut : pada Gardu 87 terdapat 1 bus, yaitu bus 5, pada Gardu 87 terdapat 5 bus yaitu bus 4 sampai dengan bus 8, pada Gardu 129 terdapat 4 bus yaitu bus 2 sampai dengan bus 5, pada Gardu 104 terdapat 6 bus yaitu bus 1 sampai dengan bus 6 (seluruh bus pada Gardu 104 memiliki persentase jatuh tegangan diatas 4%).
4. Dari hasil perhitungan rugi-rugi daya aktif, rugi-rugi daya aktif minimum terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 116 sebesar 131,212 Watt, sedangkan rugi-rugi daya aktif maksimum terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu 104 sebesar 12.236,401 Watt.

5. Total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada jaringan tegangan rendah (JTR) Gardu perkantoran Pemerintah Kabupaten Sambas sebesar 40.925,716 Watt.

Menyetujui :  
Pembimbing Utama,

### Referensi

- [1] Hontong Jonal, Noiki dan Tuegeh Maickel, 2015. *Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN Palu*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer. Jurusan Teknik Elektro FT-UNSRAT, Manado.
- [2] Gonen, Turan. 1988. *Modern Power System Analysis*. Canada : Jhon Wiley and Sons
- [3] Gonen, Turan. 2008, *Electrical Power Distribution System Engineering Second Edition*. New York : McGraw-Hill Book Company
- [4] Noverdy, Dedy. 2013. *Analisis Aliran Daya Pada Sistem Distribusi Radial 20KV PT. PLN (Persero) Ranting Rasau Jaya*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [4] Dri, Adrianus. 2013. *Meminimalkan Rugi-Rugi Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Dengan Pemasangan Kapasitor*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [5] Natarajan, Ramasamy. 2005. *Power System Capacitors*. Taylor dan Francis Group.
- [6] PLN. 2010. *Kriteria Desain Enjinering Kontruksi Jaringan Distribusi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- [7] Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis*. New York : McGraw-Hill Book Company
- [8] Sirait, Bonar. 2012. *Diktat Kuliah Sistem Distribusi*. Pontianak : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- [9] Teng, Jen-Hao. 2003. *A Direct Approach for Distribution System Load Flow Solutions*. IEEE Trans. Power Del, Vol.8, no.3, pp. 882-887. July, 2003.

Ir. Junaidi, M.Sc  
NIP. 195908281986021001

### Biography

**M. Taufieq Haerwana**, lahir di Jakarta pada tanggal 12 Nopember 1989. Menempuh Pendidikan Program Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2011. Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Listrik Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.